

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی آلی

عنوان:

سنتز آمیدو الکیل نفتول ها با استفاده از کاتالیست های نانو

و

سنتز و بررسی خواص گونه های جدید پلی یورتان با مقاومت حرارتی و آتشگیری بهبود یافته

اساتید راهنما:

دکتر شهناز رستمی زاده
دکتر حمید یگانه

استاد مشاور:

دکتر فاطمه درویش

نگارش:

فاطمه عبدالهی

آبان ماه ۱۳۸۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



تاسیس ۱۳۰۷
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تأییدیه هیأت داوران

شماره:
تاریخ:

هیأت داوران پس از مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان نامه تهیه شده تحت عنوان :

سنتز آمینوالکیل نفتول ها با استفاده از کاتالیست های نانو سنتز و بررسی خواص

گونه های جدید پلی یورتان با مقاومت حرارتی و آتشگیری بهبود یافته

توسط خانم فاطمه عبداللهی ، صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته شیمی گرایش آلی در تاریخ ۱۳۸۹/۸/۱۹ مورد تأیید قرار می دهند.

امضاء

سرکار خانم دکتر شهناز رستمی زاده

۱- استاد راهنمای اول

امضاء

جناب آقای دکتر حمید یگانه

۲- استاد راهنمای دوم

امضاء

سرکار خانم دکتر فاطمه درویش

۳- استاد مشاور

امضاء

جناب آقای دکتر سعید بلالایی

۳- ممتحن داخلی

امضاء

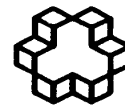
جناب آقای دکتر شهرام مهدی پور

۴- ممتحن خارجی

امضاء

جناب آقای دکتر سعید بلالایی

۵- نماینده تحصیلات
تکمیلی دانشکده



تاسیس ۱۳۰۷
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

اظهار نامه دانشجو

تاریخ :
شماره :
پیوست :

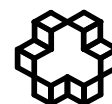
اینجانب فاطمه عبداللهی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش آلی دانشکده علوم دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می نمایم که تحقیقات ارائه شده در پایان نامه با عنوان :

سنتز آمینوالکیل نفتول ها با استفاده از کاتالیست های نانو سنتز و بررسی خواص گونه های جدید پلی یورتان با مقاومت حرارتی و آتشگیری بهبود یافته

با راهنمایی اساتید محترم سرکار خانم دکتر شهناز رستمی زاده و جناب آقای دکتر حمید یگانه ، توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده در این پایان نامه مورد تأیید می باشد و در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است . بعلاوه گواهی می نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تا کنون برای دریافت هیچ نوع مدرک و یا امتیاز توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کرده ام .

امضاء دانشجو:

تاریخ : ۱۹/۸/۱۹



حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

شماره:

تاریخ: ۱۳۸۹/۹/۱

- ۱- حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسنده آن می باشد. هرگونه کپی برداری بصورت کل پایان نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده علوم دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می باشد.
ضمناً متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.
- ۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.
همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مراجع مجاز نمی باشد.

تقدیم به آنکه وجودم منت‌دار ایثار بی منت اوست

تقدیم به مادرم

و

سپاس از آنکه آرامشم مرهون حضور اوست

با سپاس از پدرم

از همکاری‌ها و دلسوزی‌های صمیمانه استاد عزیزم سرکار خانم دکتر شهناز رستمی زاده که بزرگوارانه

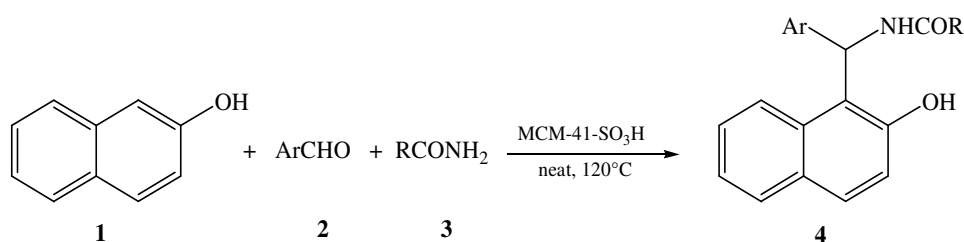
مرا در انجام این تحقیقات همراهی کردند کمال تشکر را دارم.

همچنین از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر حمید یگانه که با حمایتی قابل ستایش و با گشاده‌رویی و

بردباری به یاد ماندنی مرا راهنمایی کردند تشکر می‌کنم.

چکیده

در پروژه اول روش سنتز مشتقات ۱-آمیدوالکیل ۲-نفتول با کمک دانش نانو و استفاده از ترکیبات جامد متخلخل MCM-41-SO₃H و با در نظر گرفتن اصول شیمی سبز مورد بررسی قرار گرفته است. کاتالیست اصلاح شده MCM-41-SO₃H به عنوان یک کاتالیست اسیدی می‌تواند شرایط ملایمی را برای انجام واکنش‌هایی که با اسید کاتالیز می‌شوند ایجاد کند. در این تحقیق آمیدوالکیل نفتول‌ها در غیاب حلال به روش چند جزئی از تراکم آلدهید، نفتالن و یک آمید در حضور کاتالیست MCM-41-SO₃H در دمای ۱۰۰ °C با راندمان بالا و در زمان‌های کوتاه انجام سنتز شده‌اند.



در پروژه دوم روش جدیدی برای تهیه پلی‌یورتان‌هایی با پایداری گرمایی و مقاومت افزایش یافته در برابر شعله و همچنین خواص الکتریکی و مکانیکی مطلوب ارائه شده است. این پلی‌یورتان‌های اصلاح شده از واکنش پیش پلیمر یورتانی مختوم به گروه‌های اپوکسی (EPU) و عوامل پخت آمینی حاوی گروه‌های هتروسیکل آروماتیک بنزتیازولی تهیه شده‌اند. دو نوع عامل پخت آمینی در این پروژه تهیه و مورد استفاده قرار گرفت که شامل بیس آمینو بنزتیازول (ABT) و فنیل فسفونیک بیس آمینو بنزتیازول (PPBAB) بوده است. عوامل پخت ABT از واکنش ۴و۴ دی‌آمینو دی‌فنیل اتر (DDE) با پتاسیم تیوسیانات در حضور برم و اسید استیک و ماده PPBAB از واکنش دو مول ABT با یک مول فنیل فسفونیک دی‌کلراید تهیه شده‌اند. پیش پلیمرهای یورتانی مختوم به اپوکسی نیز خود از واکنش گلیسیدول با حدواسطی که پیش پلیمر یورتانی منتهی به ایزوسیانات نام دارد، تهیه شده است. این حد واسط از واکنش

پلی‌ال طبیعی روغن کرچک با مقادیر اضافی از هگزامتیلن دی‌ایزوسیانات به دست می‌آید. همه ترکیبات سنتز شده با استفاده از طیف سنجی زیر قرمز و رزونانس مغناطیسی هسته شناسایی و تأیید ساختار شدند. شرایط بهینه واکنش پخت نمونه‌ها نیز توسط روش DSC و اندازه‌گیری محتوای ژل تعیین شد. همچنین به منظور ارزیابی تأثیر عوامل پخت مذکور در بهبود رفتار الکتریکی، حرارتی و آتشگیری پلیمرهای سنتز شده پلی‌یورتان‌های مشابه‌ای بر پایه عوامل پخت مرسوم شامل هگزامتیلن دی‌آمین و ۴و۴ دی‌آمینو دی‌فنیل اتر سنتز شد.

در نهایت بررسی خواص ویسکوالاستیک، مکانیکی، الکتریکی، پایداری حرارتی و مقاومت در برابر شعله نمونه‌های تهیه شده حاکی از پیش‌بینی صحیح انجام شده در بهبود ویژگی‌های پلیمرهای تهیه شده بوده است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول : سنتز آمیدوالکیل نفتول ها با استفاده از نانو کاتالیست MCM-41-SO ₃ H
۱	۱-۱ بخش تئوری
۲	۱-۱-۱- مقدمه ای بر شیمی سبز
۳	۱-۱-۲- شرایط بدون حلال
۴	۱-۱-۳- واکنش های چند جزئی
۶	۱-۱-۴- کاتالیست های جذب سطحی شده
۷	۱-۱-۵- ترکیبات جامد متخلخل
۹	۱-۱-۵-۱- ترکیب مزوپروس MCM-41
۱۱	۱-۱-۵-۲- ترکیب مزوپروس MCM-41-SO ₃ H
۱۴	۱-۱-۶- آمیدوالکیل نفتول ها
۱۴	۱-۱-۶-۱- خواص و کاربردها
۱۶	۱-۱-۶-۲- واکنش های آمیدوالکیل نفتول
۱۷	۱-۱-۶-۳- سنتز آمیدوالکیل نفتول ها
۲۱	۲-۱ بخش تجربی
۲۲	۱-۲-۱- مقدمه
۲۲	۱-۲-۲- مواد اولیه مورد نیاز برای تهیه کاتالیست و سنتز آمیدوالکیل نفتول ها
۲۲	۱-۲-۲-۱- آلدهید
۲۳	۱-۲-۲-۱- حلال

۲۳	۳-۲-۲-۱- سایر مواد
۲۳	۳-۲-۱- تجهیزات و دستگاههای مورد نیاز برای سنتز آمیدوالکیل نفتولها
۲۴	۴-۲-۱- سنتز مزوپروس MCM-41
۲۴	۵-۲-۱- سنتز مزوپروس با گروههای عاملی سولفونیک اسید MCM-41-SO ₃ H
۲۵	۶-۲-۱- روش کار عمومی سنتز آمیدوالکیل نفتول
۲۵	۷-۲-۱- روش کار نمونه سنتز N-[۲-هیدروکسی نفتالن-۱-ایل](۳-نیتروفنیل)متیل [استامید
۲۷	۳-۱- بخش بحث و نتیجه گیری
۲۸	۱-۳-۱- مقدمه
۲۹	۲-۳-۱- روش سنتز آمیدوالکیل نفتولها
۳۵	۳-۳-۱- بررسی و تفسیر طیفهای محصولات
۳۵	۱-۳-۳-۱- مشخصات فیزیکی
۳۵	۲-۳-۳-۱- اسپکتروسکوپی IR
۳۵	۳-۳-۳-۱- اسپکتروسکوپی ¹ H NMR
۳۶	۴-۳-۳-۱- اسپکتروسکوپی ¹³ C NMR
۳۷	۵-۳-۳-۱- اسپکتروسکوپی جرمی
۳۷	۶-۳-۳-۱- دادههای طیفی و مشخصات فیزیکی مشتقات آمیدوالکیل نفتول
۴۸	خلاصه نتایج
۴۹	مراجع
۵۲	پیوستها

فصل دوم: سنتز و بررسی خواص گونه‌های جدید پلی‌یورتان با افزایش مقاومت حرارتی و آتشگیری بهبود یافته

- ۹۴ ۱-۲- بخش تئوری
- ۹۵ ۱-۱-۲- مقدمه
- ۹۶ ۲-۱-۲- مواد اولیه در تهیه پلی‌یورتان‌ها
- ۹۶ ۱-۲-۱-۲- دی‌ایزوسیانات‌ها
- ۹۸ ۲-۲-۱-۲- پلی‌ال
- ۹۹ ۳-۲-۱-۲- زنجیرافزا
- ۱۰۱ ۴-۲-۱-۲- کاتالیست
- ۱۰۲ ۵-۲-۱-۲- پلی‌یورتان‌های حاصل از مواد اولیه تجدیدپذیر
- ۱۰۳ ۳-۱-۲- ساختار شیمیایی پلی‌یورتان‌ها
- ۱۰۵ ۴-۱-۲- تخریب گرمایی پلی‌یورتان‌ها
- ۱۰۷ ۱-۴-۱-۲- مکانیسم تخریب حرارتی پلی‌یورتان‌ها
- ۱۱۱ ۲-۴-۱-۲- تخریب گرما-اکسایشی
- ۱۱۳ ۵-۱-۲- پارامترهای موثر بر پایداری حرارتی
- ۱۱۳ ۱-۵-۱-۲- ساختار بخش سخت
- ۱۱۵ ۲-۵-۱-۲- ساختار بخش نرم و وزن مولکولی
- ۱۱۵ ۳-۵-۱-۲- ساختار زنجیرافزا
- ۱۱۷ ۴-۵-۱-۲- تأثیر نسبت NCO:OH
- ۱۱۹ ۵-۵-۱-۲- تأثیر چگالی اتصالات عرضی
- ۱۲۰ ۶-۱-۲- روش‌های اصلاح و بهبود پایداری حرارتی پلی‌یورتان‌ها

- ۱۲۰ ۱-۶-۱-۲- آمیزه‌سازی
- ۱۲۱ ۲-۶-۱-۲- اصلاح شیمیایی
- ۱۲۲ ۲-۶-۱-۲- الف- پلی (یورتان- ایزوسیاناترات)
- ۱۲۴ ۲-۶-۱-۲- ب- پلی (یورتان- اکسازولیدون)
- ۱۲۶ ۲-۶-۱-۲- ج- پلی (یورتان- ایمید)
- ۱۲۷ ۲-۶-۱-۲- د- پلی (یورتان- تری‌آزین)
- ۱۲۷ ۲-۶-۱-۲- ه- پلی (یورتان- آزومتین)
- ۱۲۹ ۲-۶-۱-۲- و- پلی (یورتان- بنزتiazول)
- ۱۳۱ ۳-۶-۱-۲- دیگر روش‌ها
- ۱۳۱ ۷-۱-۲- آتشگیری پلی‌یورتان‌ها
- ۱۳۳ ۱-۷-۱-۲- مکانیسم فاز متراکم
- ۱۳۴ ۲-۷-۱-۲- مکانیسم فاز بخار
- ۱۳۴ ۳-۷-۱-۲- ارتباط بازده ذغال با بازدارندگی آتش
- ۱۳۵ ۴-۷-۱-۲- روش‌هایی برای بازدارندگی شعله در پلی‌یورتان‌ها
- ۱۳۶ ۴-۷-۱-۲- الف- گرافیت قابل انبساط
- ۱۳۷ ۴-۷-۱-۲- ب- ملامین
- ۱۳۷ ۴-۷-۱-۲- ج- ترکیبات آلی حاوی سیلیسیوم
- ۱۳۸ ۴-۷-۱-۲- د- ترکیبات آلی حاوی بور
- ۱۳۹ ۴-۷-۱-۲- ه- ترکیبات آلی حاوی فسفر
- ۱۴۱ ۸-۱-۲- خواص الکتریکی پلی‌یورتان‌ها

۱۴۲	۱-۸-۱-۲- استحكام دی‌الکتریک
۱۴۳	۲-۸-۱-۲- ثابت دی‌الکتریک
۱۴۳	۳-۸-۱-۲- فاکتور اتلاف
۱۴۳	۴-۸-۱-۲- پلی‌یورتان به عنوان عایق الکتریکی
۱۴۷	تعریف مسأله و اهمیت آن
۱۵۰	۲-۲- بخش تجربی
۱۵۱	۱-۲-۲- مقدمه
۱۵۱	۲-۲-۲- مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت پیش پلیمر یورتانی با انتهای اپوکسی
۱۵۱	۱-۲-۲-۲- پلی‌ال
۱۵۱	۲-۲-۲-۲- دی‌ایزوسیانات
۱۵۲	۳-۲-۲-۲- عامل بلوکه‌کننده انتهای پیش‌پلیمر یورتانی
۱۵۲	۳-۲-۲-۲- مواد اولیه مورد نیاز برای سنتز عوامل پخت
۱۵۴	۴-۲-۲- آماده‌سازی مواد شیمیایی مورد استفاده
۱۵۵	۵-۲-۲- تجهیزات و دستگاه‌های مورد نیاز
۱۵۵	۱-۵-۲-۲- تجهیزات و دستگاه‌های مورد نیاز برای سنتز پیش پلیمر یورتانی
۱۵۵	۲-۵-۲-۲- تجهیزات و دستگاه‌های مورد نیاز برای سنتز ترکیبات بنزتیازولی
۱۵۵	۳-۵-۲-۲- تجهیزات و دستگاه‌های مورد نیاز در فرایند پخت
۱۵۶	۶-۲-۲- دستگاه‌های شناسایی و بررسی خواص نمونه
۱۵۶	۱-۶-۲-۲- طیف‌سنج زیر قرمز با تبدیل فوریه (FTIR)
۱۵۶	۲-۶-۲-۲- طیف‌سنج رزونانس مغناطیسی هسته‌ای (HNMR)

- ۱۵۶ ۳-۶-۲-۲- گرماسنجی پویشی تفاضلی (DSC) و تجزیه گرماوزنی (TGA)
- ۱۵۷ ۴-۶-۲-۲- تجزیه گرمایی مکانیکی- دینامیکی (DMTA)
- ۱۵۷ ۵-۶-۲-۲- بررسی خواص مکانیکی
- ۱۵۷ ۶-۶-۲-۲- بررسی خواص مقاومت در برابر شعله
- ۱۵۹ ۷-۶-۲-۲- اندازه‌گیری ثابت دی الکتریک، فاکتور اتلاف و استحکام دی الکتریک
- ۱۶۰ ۷-۲-۲- روش های اندازه‌گیری خواص نمونه
- ۱۶۰ ۱-۷-۲-۲- اندازه‌گیری محتوای ژل (Gel Content)
- ۱۶۰ ۲-۷-۲-۲- تعیین چگالی اتصالات عرضی
- ۱۶۱ ۳-۷-۲-۲- روش اندازه‌گیری درصد ایزوسیانات
- ۱۶۳ ۴-۷-۲-۲- روش اندازه‌گیری اکی‌والان اپوکسی
- ۱۶۴ ۸-۲-۲- روش تهیه پیش پلیمریورتانی با انتهای اپوکسی بر پایه روغن کرچک
- ۱۶۵ ۹-۲-۲- روش تهیه ترکیبات بنز تیازولی
- ۱۶۵ ۱-۹-۲-۲- روش تهیه ۶۰۶ اکسی بیس (۲-آمینو بنز تیازول)
- ۱۶۶ ۲-۹-۲-۲- روش تهیه فنیل فسفونیک بیس آمینو بنز تیازول
- ۱۶۶ ۱۰-۲-۲- تهیه فیلمهای پلی یورتان
- ۱۶۸ ۳-۲- بخش بحث و نتیجه‌گیری
- ۱۶۹ ۱-۳-۲- مقدمه
- ۱۷۳ ۲-۳-۲- سنتز پیش پلیمر یورتانی مختوم به اپوکسی
- ۱۷۳ ۳-۳-۲- شناسایی پیش پلیمر یورتانی مختوم به اپوکسی
- ۱۷۷ ۴-۳-۲- تهیه و شناسایی عوامل شبکه‌ای کننده

۱۷۷	۱-۴-۳-۲- تهیه و شناسایی ABT
۱۷۹	۲-۴-۳-۲- تهیه و شناسایی PPBAB
۱۸۳	۵-۳-۲- تهیه فیلمهای پلیمری تحت شرایط بهینه حاصل از بررسی DSC و محتوای ژل
۱۸۷	۶-۳-۲- - بررسی خواص پلیمرهای تهیه شده
۱۸۷	۱-۶-۳-۲- خواص ویسکوالاستیک
۱۹۲	۲-۶-۳-۲- خواص مکانیکی
۱۹۳	۳-۶-۳-۲- پایداری گرمای
۱۹۶	۴-۶-۳-۲- مقاومت در برابر شعله
۱۹۸	۵-۶-۳-۲- خواص الکتریکی
۲۰۱	خلاصه نتایج
۲۰۳	پیشنهادات برای ادامه کار
۲۰۵	مراجع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
------	-------

فصل اول

۸	جدول ۱-۱- طبقه بندی مواد مزوپروس
۲۲	جدول ۲-۱- مشخصات آلدهیدهای مورد استفاده
۲۳	جدول ۳-۱- مشخصات حلالهای مورد استفاده
۲۳	جدول ۴-۱- مشخصات و کاربرد سایر مواد استفاده شده
۳۰	جدول ۵-۱- بررسی اثر کاتالیست های اسیدی دیگر
۳۰	جدول ۶-۱- بررسی اثر حلال بر واکنش در حضور کاتالیست MCM-41-SO3H
۳۱	جدول ۷-۱- بررسی اثر دما بر واکنش در حضور کاتالیست MCM-41-SO3H
۳۱	جدول ۸-۱- بررسی اثر مقدار کاتالیست بر واکنش
۳۲	جدول ۹-۱- سنتز مشتقات آمیدوالکیل نفتول با استفاده از آلدهیدهای آروماتیک در حضور MCM-41-SO3H در شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰ °C
۳۴	جدول ۱۰-۱- نتایج حاصل از قابلیت استفاده مجدد از MCM-41-SO3H

فصل دوم

۹۷	جدول ۱-۲- دی ایزوسیاناتهای مرسوم در سنتز پلی یورتان
۹۹	جدول ۲-۲- پلی ال های مرسوم در سنتز پلی یورتان ها
۱۰۱	جدول ۳-۲- کاتالیستهای آمینی مرسوم در سنتز پلی یورتانها
۱۳۸	جدول ۴-۲- بازدارنده های حاوی سیلیکون
۱۳۹	جدول ۵-۲- بازدارنده های آلی حاوی ترکیبات بور

۱۴۱	جدول ۲-۶- بازدارنده های حاوی فسفر
۱۵۱	جدول ۲-۷- مشخصات پلی ال استفاده شده
۱۵۲	جدول ۲-۸- مشخصات دی ایزوسیانات استفاده شده
۱۵۲	جدول ۲-۹- مشخصات گلیسیدول استفاده شده
۱۵۲	جدول ۲-۱۰- مشخصات فنیل فسفونیل دی کلراید استفاده شده
۱۵۳	جدول ۲-۱۱- مشخصات آمین استفاده شده
۱۵۳	جدول ۲-۱۲- مشخصات و کاربرد سایر مواد استفاده شده
۱۵۹	جدول ۲-۱۳- مشخصات دستگاه اندازه گیری ثابت دی الکتریک و فاکتور اتلاف
۱۵۹	جدول ۲-۱۴- مشخصات دستگاه اندازه گیری ولتاژ شکست و استحکام دی الکتریک
۱۸۴	جدول ۲-۱۵- انواع فیلمهای تهیه شده
۱۸۷	جدول ۲-۱۶- داده های سینتیکی حاصل از نمودار DSC
۱۹۰	جدول ۲-۱۷- چگالی اتصالات عرضی و جرم مولکولی متوسط بین اتصالات برای نمونه‌ها
۱۹۱	جدول ۲-۱۸- دمای انتقال شیشه‌ای شدن نمونه های تهیه شده
۱۹۳	جدول ۲-۱۹- نتایج به دست آمده از خواص مکانیکی
۱۹۶	جدول ۲-۲۰- نتایج به دست آمده از پایداری گرمایی
۱۹۷	جدول ۲-۲۱- نتایج حاصل از پایداری در برابر شعله
۱۹۸	جدول ۲-۲۲- نتایج حاصل از آزمون UL-۹۴
۲۰۰	جدول ۲-۲۳- داده های حاصل از سنجش خواص الکتریکی

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۸	شکل ۱-۱- سه ساختار متفاوت از مواد M41S
۹	شکل ۲-۱- مولکولهای فعال سطحی
۱۰	شکل ۳-۱- تشکیل ساختارهای هگزاگونالی و در نهایت تشکیل MCM-41
۱۰	شکل ۴-۱- ساختارهای تشکیل شده از نسبت‌های متفاوت شکل دهنده به سیلیکا
۱۱	شکل ۵-۱- جانشینی گروه‌های سولفونیک اسید با گروه‌های هیدروکسیل
۱۵	شکل ۶-۱- آنتی بیوتیک‌های نوکلئوزیدی و بازدارنده‌های پروتئازی HIV
۳۴	شکل ۷-۱- شمایی از مکانیسم سنتز آمیدوالکیل نفتولها
فصل دوم	
۱۰۴	شکل ۱-۲- جدایی فاز در الاستومر پلی یورتان‌ها
۱۱۶	شکل ۲-۲- آرایش کنفورماسیونی زنجیرافزاهای دی الی به کاررفته در ساختار پلی یورتانها
۱۲۳	شکل ۳-۲- ساختار مونومرهای ایزوسیاناتهای چند عاملی
۱۳۳	شکل ۴-۲- طرحی از پلی یورتان بدون بازدارنده و مقدار زیادی گرمای آزاد شده (a) پلی یورتا با بازدارنده، تشکیل لایه ی محافظ و گرمای آزاد شده ی بسیار کم (b)
۱۳۶	شکل ۵-۲- ساختار گرافیت قابل انبساط حاوی ذرات اسید سولفوریک
۱۴۰	شکل ۶-۲- تاثیر مقدار فسفات بر منحنی TGA فیلمهای پلی یورتانهای پوشش دهنده
۱۴۵	شکل ۷-۲- سنتز پلی یورتان با استفاده از عامل پخت دی‌ایمیدی حاوی دی‌اسید
۱۷۰	شکل ۸-۲- ساختار روغن کرچک
۱۷۵	شکل ۹-۲- طیف IR پیش پلیمر پلی یورتان بر پایه روغن کرچک

- ۱۷۶ شکل ۱۰-۲- طیف NMR پیش پلیمر پلی یورتان بر پایه روغن کرچک
- ۱۷۸ شکل ۱۱-۲- طیف IR ترکیب ABT
- ۱۷۹ شکل ۱۲-۲- طیف ^1H NMR ترکیب ABT
- ۱۸۱ شکل ۱۳-۲- طیف FTIR ترکیب PPBAB
- ۱۸۲ شکل ۱۴-۲- طیف ^1H NMR ترکیب PPBAB
- ۱۸۳ شکل ۱۵-۲- طیف ^1H NMR ترکیب PPBAB در حلال دوتره
- ۱۸۵ شکل ۱۶-۲- نمودارهای DSC از نمونه های CEPU3 و CEPU4
- ۱۸۶ شکل ۱۷-۲- وابستگی $\ln V$ به $1/T$
- ۱۸۹ شکل ۱۸-۲- طیفهای DMTA نمونه های CEPU1 ، CEPU2 ، CEPU3 ، CEPU4
- ۱۹۲ شکل ۱۹-۲- منحنی تنش-کرنش نمونه های CEPU1 ، CEPU2 ، CEPU3 ، CEPU4
- ۱۹۴ شکل ۲۰-۲- منحنی TGA فیلمهای پلیمر
- ۱۹۵ شکل ۲۱-۲- منحنی های DTG نمونه های تهیه شده

فصل اول

بخش اول

مقدمه